

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

(57) [Claim(s)]

[Claim 1] After termination of interrupt processing generated in a condition of a mode of operation which was equipped with the following and suspended said Hara oscillation According to an input of an rerun instruction, a return address which shunted to a stack area is rewritten to a dummy return address. An instruction put into a field of a return address of said dummy at a mode of operation which suspended said Hara oscillation, And an incircuit emulator which writes an instruction which carries out an unconditional branch to a return address of a main routine in a field of degree address, executes an instruction put into a mode of operation which suspended said Hara oscillation, and is characterized by considering as a condition of a mode of operation which suspended said Hara oscillation. A function to stop a original oscillation in a mode of operation of a microcomputer Control software of an incircuit emulator for debugging It is the memory in which read/write is possible by control of this control software.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3410023号

(P3410023)

(45) 発行日 平成15年 5 月26日 (2003. 5. 26)

(24) 登録日 平成15年 3 月20日 (2003. 3. 20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
G 0 6 F 11/22	3 4 0	G 0 6 F 11/22	3 4 0 A
	3 1 0		3 1 0 A
9/46	3 1 0	9/46	3 1 0 K

請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平10-149752	(73) 特許権者	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成10年 5 月29日 (1998. 5. 29)	(72) 発明者	高橋 一哲 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電 器産業株式会社内
(65) 公開番号	特開平11-345143	(74) 代理人	100112128 弁理士 村山 光威 (外 1 名)
(43) 公開日	平成11年12月14日 (1999. 12. 14)		
審査請求日	平成13年 3 月26日 (2001. 3. 26)	審査官	浜岸 広明
		(56) 参考文献	特開 平 6 - 301552 (J P, A) 特開 平11-203146 (J P, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インサーキットエミュレータ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マイクロコンピュータの動作モードにおける原発振を停止させる機能と、デバッグするためのインサーキットエミュレータの制御ソフトウェアと、該制御ソフトウェアの制御によりリードライト可能なメモリとを有し、前記原発振を停止した動作モードの状態において発生した割込み処理の終了後に、再実行命令の入力に応じて、スタック領域に待避された戻り番地をダミーの戻り番地に書き換え、前記ダミーの戻り番地の領域に前記原発振を停止した動作モードに入れる命令、及び次番地の領域にメインルーチンの戻り番地へ無条件分岐する命令を書き込み、前記原発振を停止した動作モードに入れる命令を実行し、前記原発振を停止した動作モードの状態とすることを特徴とするインサーキットエミュレータ。

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、マイクロコンピュータの応用ソフトウェアの開発ツールにおいてデバッグの効率を図るインサーキットエミュレータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、電気製品の待機中の電力をいかに抑えるかが重要視されている。そのために、電気製品の低消費電力を実現する上で、多くの電気製品に用いられているマイクロコンピュータの必要な処理以外には、マイクロコンピュータの原発振を停止させるとその効果が大きいことから、低消費電力を実現するためにマイクロコンピュータの動作モードの一つに原発振を停止させる機能（以下、ストップモードと呼ぶ）がある。そのスト

3

ップモードを用いた応用ソフトウェアを従来のインサーキットエミュレータ（以下、ICEと呼ぶ）でデバッグを行う動作の流れを図5に示す。この図5はユーザプログラムのストップモード中にICE割込処理による動作を実行したときの状態を示すものである。また、図6

（a）はデバッグを行うストップモードを有するユーザプログラムのメインルーチン、図6（b）はユーザプログラムの割込処理、図6（c）はICE割込処理を示すフローチャートである。

【0003】図6（a）、（b）、（c）において、1はマイクロコンピュータのユーザプログラムのメインルーチン、2はユーザプログラムの割込処理、3は、メインルーチン1を停止させる操作を行うと、ICEの割り込みが発生して実行されるICE割込処理、4はユーザプログラムの初期設定ルーチンを含む通常処理、5はストップモードに入れる命令、6はストップモード中にユーザプログラムの割込処理2が発生してから行われる通常処理、7は通常処理4の途中でユーザプログラムを停止させるICE割込処理3の発生による第1の強制ブレーク、8はストップモードに入れる命令5によるストップモード中で割込処理2の発生を待機中にICE割込処理3の発生による第2の強制ブレーク、9はユーザプログラムの割込処理2からメインルーチン1へ戻すためのリターン命令、10はユーザプログラムの実行停止状態から再実行させるためのICE割込処理3のICEリターン命令、11は、ユーザプログラムの実行を停止させて、実行されるICE割込処理3によってICEの制御ソフトウェアで制御されデバッグ等を行う通常割込処理である。

【0004】図7は図6（a）のメインルーチンと図6（c）のICE割込処理のフローチャートにおける状態遷移図で、図8は割込み処理の発生により状態情報を待避するスタック領域を示す図である。図8において、12はフラグステータスの待避領域、13はプログラムの戻り番地の待避領域、14は各種ステータスの待避領域であり、これらの待避領域には割込み発生時に自動的に待避格納される。

【0005】前記従来例の具体的な動作の例を図7、図8を用いながら説明する。まず、ユーザプログラムにおけるメインルーチン1の通常処理4中に、ユーザプログラムを停止させる第1の強制ブレーク7の外部割込みを発生させる。この第1の強制ブレーク7のICE割込処理3によってICEの割込み処理に遷移する。このICE割込処理3もユーザプログラムの割込処理2と同様に、ユーザプログラムの状態は図8に示すスタック領域にそれぞれ待避格納される。また、ICEの制御ソフトウェアでは、待避格納されたスタック領域の内容を読み出し、ユーザプログラムの停止したときの状態をモニタにて表示することができる。そして、ユーザにはユーザプログラム以外のICE割込処理3を実行しているた

4

め、ユーザプログラムが停止した状態に見える。さらに、ユーザプログラムの再実行は、ICE割込処理3のICEリターン命令10を実行することで、第1の強制ブレーク7の発生時にスタック領域に待避格納された資源が元に戻される。

【0006】次に、メインルーチン1のストップモードに入れる命令5によるストップモード中において、第2の強制ブレーク8のICE割込処理3が発生し、ICEの割込み処理へ遷移するが、ここでユーザプログラムの停止までの動作の流れは前記説明と同様であるため省略し、その異なる部分について説明する。

【0007】ユーザプログラムはストップモードであることから、その発振は停止しているため、ICE割込処理3の発生によりストップモードが解除されて発振が開始される。以下、発振している状態をノーマルモードという。つまりICE割込処理3はノーマルモードで実行されことになる。そして、この動作の場合には、ユーザプログラムの再実行はストップモードの状態では停止されたので、元のストップモードにする必要がある。

【0008】しかしながら、ICE割込処理3においてICEリターン命令10の前でストップモードに入れる処理を行うと、ICE割込処理3中にストップモードに入ってしまう、正しくユーザプログラムの前の動作モードに戻ることができない。このために、従来のこのような場合において再実行させるときに、ICEの制御ソフトウェアは「ストップモード中であるためノーマルモードにして下さい。」などの警告を出していた。したがって、ユーザは動作モードを制御するレジスタをICEにより変更するか、再実行するスタートアドレスを指定するか、リセットして再実行することが行われていた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このような構成のインサーキットエミュレータでは、ユーザプログラムにマイクロコンピュータの原発振を停止させるストップモードを有する応用ソフトウェアを開発するデバッグの際に、ユーザプログラムのストップモード中にICEの割込み処理を行い、その後ユーザプログラムの再実行を行なえるように元のストップモードとするため、ICE割込処理のICEリターン命令の前にストップモードに入れる命令を実行させても、ユーザプログラムの実行モードへ戻る前にICEの割込み処理中にストップモードに入ってしまう、元の状態に戻すことができないという問題がある。

【0010】また、ICEの制御ソフトウェアの処理後に自動的にストップモードに入れ直すためには、ユーザプログラム中でストップモードに入れたアドレスへリターンすればよい訳であるが、ストップモードに入れる命令を実行しても直後の命令も実行される可能性があり、もしその命令が分岐命令であればどこへ戻せば良いかは判断ができないという問題があった。

50

【0011】本発明は、前記従来技術の問題を解決することに指向するものであり、ストップモードの状態では停止されているユーザプログラムにＩＣＥ割込処理を行なった後のユーザプログラムの再実行の際、ユーザに何の制約もなくユーザプログラムを停止した前の状態に戻ることができる操作性の優れたＩＣＥ（インサーキットエミュレータ）を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、本発明に係るインサーキットエミュレータは、マイクロコンピュータの動作モードにおける原発振を停止させる機能と、デバッグするためのインサーキットエミュレータの制御ソフトウェアと、制御ソフトウェアの制御によりリードライト可能なメモリとを有するように構成したものである。

【0013】前記構成によれば、ユーザプログラムのストップモードの状態が発生した割込み処理の終了後に、再実行命令の入力に応じて、スタック領域に待避された戻り番地をダミーの戻り番地に書き換え、ダミーの戻り番地の領域にストップモードに入れる命令、及び次番地の領域にメインルーチンの戻り番地へ無条件分岐する命令を書き込み、ストップモードに入れる命令を実行し、ユーザに何の制約もなくユーザプログラムを停止した前のストップモードの状態に戻ることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明における実施の形態を詳細に説明する。図1は、本実施の形態におけるユーザプログラムのストップモード中にＩＣＥ割込処理を行ない、その後ユーザプログラムを再実行したとき元のストップモードに入ることを示す図である。また、図2は本発明の実施の形態におけるＩＣＥの制御ソフトウェアの処理動作を示すフローチャートである。図3はＩＣＥ割込処理後からユーザプログラムの再実行でストップモードに入れるためのスタックの使い方を示す図、図4はユーザプログラムにおいてストップモードへ移行し待機状態となった各アドレスの命令を示す図である。

【0015】図3において、12のフラグステータスの待避領域と14の各種ステータスは、図8に示したのと同様に割込み発生時に自動的にフラグステータスを待避する領域と各種ステータスを待避する領域であり、15は、図8のプログラムの戻り番地13を、ＩＣＥの制御ソフトウェアにより書き換えて変更したダミーの戻り番地、また、16はＩＣＥの制御ソフトウェアにより書き換えられたストップモードに入れる命令、17はメインルーチンの戻り番地へ無条件分岐する命令である。また、図4において、19はユーザプログラム中にあるストップモードに入れる命令、20はストップモードに入れる命令19の直後の第1の命令、21は、ストップモードがユーザの割込みにより解除された時に、一番始め

に実行される第2の命令、22は割込み復帰待ちである。

【0016】まず、ユーザプログラムのストップモード中に発生させたＩＣＥ割込処理で、ユーザプログラムを実行停止した状態の動作説明を図3、図4を用いて行なう。図4に示すユーザプログラムのメインルーチンの中でA番地のストップモードに入れる命令19が実行されると、次の命令もプリフェッチ（先取り）しているためにB番地の第1の命令20が続いて実行される。この時点まではノーマルモードでありB番地の第1の命令20を実行した直後で発振は停止してストップモードとなる。このストップモード中では割込み復帰待ち22の入力を待機し、ユーザからの割込み復帰によるメインルーチンへの復帰はアドレスC番地の第2の命令21から実行されノーマルモードとなる。

【0017】ここで、ストップモード中の割込み復帰待ち22の待機状態において、ユーザプログラムの停止操作を行いデバッグするためＩＣＥの制御ソフトウェアのＩＣＥ割込処理が発生すると、ストップモードは、ユーザプログラムの割込処理と同様に解除されてノーマルモードとなる。このときのスタック領域の状態は図8に示すように待避され、図8の戻り番地13には図4に示す第2の命令21のアドレスC番地が待避される。

【0018】さらに、ＩＣＥの制御ソフトウェアの動作については図2のフローチャートを使って説明する。ユーザプログラムの実行中に実行停止処理（強制ブレークなどによる割込みの処理等）の発生によりユーザプログラムが停止したか否かの確認を行う（S1）。処理S1において、実行停止処理の発生によりユーザプログラムが停止したことを確認すると、ユーザプログラムの実行停止処理に入る前のマイクロコンピュータの動作モード（ノーマルモード、ストップモード等）の読み取りを行う（S2）。さらに、ＩＣＥ等による割込みの発生により汎用レジスタから読み込まれ、スタック領域に待避された状態情報の読み込み処理を行い（S3）、発生した割込みの処理を実行する。その後、前記割込みの処理のリターン命令やユーザの操作によるユーザプログラムの再実行の命令が出されたか否かの確認を行う（S4）。

【0019】前記の処理S4において、再実行の命令が確認されたとき、前記処理S2で読み込んだ情報からユーザプログラムの停止前の状態がストップモードであるか否かを確認する（S5）。この処理S5においてストップモードでないとき、スタック領域に待避されたアドレスやステータスの状態情報を汎用レジスタへ書き込みを行うリターン命令を実行することによりユーザプログラムの再実行の処理を開始する（S6）。

【0020】また、処理S5においてストップモードのとき、スタック領域に待避されている戻り番地をダミーの戻り番地に変更する処理を行い（S7）、ダミーの戻り番地として指定された領域にストップモードに入れる

命令の書き込みを行い（S8）、さらにユーザプログラムの正規の戻り番地は無条件分岐する命令を書き込む処理を行う（S9）。以上のような処理後にリターン命令を実行しユーザプログラムの再実行の処理を開始する（S6）。

【0021】具体的には、ストップモードの状態に発生したICE割込処理後の操作でユーザプログラムを再実行させ、割込み前と同じストップモードとすると、図2に示す処理S4の再実行命令の確認により、ICEの制御ソフトウェアによって以下の変更を行う。まず、処理S5でユーザプログラムの停止前の動作モードがストップモードであるか確認する。ストップモードであれば処理S7において、スタック領域のY番地に待避している戻り番地13（図8参照）には図4に示すメインルーチンへの戻り番地であるC番地が格納されているが、ダミーの戻り番地15としてV番地に変更する。次に処理S8でスタック領域のV番地にはストップモードに入れる命令16を書き込み、処理S9により次のW番地にはメインルーチンの戻り番地へ無条件分岐する命令17として図4に示すC番地へ分岐する命令を書き込む。

【0022】このような前処理を行った状態で、ICE割込処理のICEリターン命令を実行すると、図3におけるスタック領域のX番地、Y番地、Z番地のフラグステータス12、ダミーの戻り番地15、各種ステータス14をマイクロコンピュータが自動的に汎用レジスタに戻し、ユーザプログラムの再実行が行われる。そして、ダミーの戻り番地15であるV番地からユーザプログラムは実行されることになり、ストップモードに入れる命令16が実行されてストップモードに入る。次の命令であるW番地の実行後に発振は停止するため、ユーザは何も注意を払うことなくユーザプログラムがストップモードにおけるICEの操作をすることができる。

【0023】なお、スタック領域のV番地、W番地の命令はフラグステータス12、各種ステータス14が変化しない命令を使わなければならない。また、以上の説明では、スタック領域を使って説明しているが、未使用領域のリードライト可能なメモリを用いても同様に実施可能である。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ユーザに操作上の負担をかけることなくユーザプログラムのストップモードにおけるICEの実行、停止の操作が可能となり、デバッグを効率よく行うことができると＊

＊いう効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態におけるユーザプログラムのストップモード中にICE割込処理を行なった後ユーザプログラム再実行に元のストップモードに入ることを示す図

【図2】本発明の実施の形態におけるICEの制御ソフトウェアの処理動作を示すフローチャート

【図3】本発明の実施の形態におけるICE割込処理後からユーザプログラムの再実行でストップモードに入るためのスタックの使い方を示す図

【図4】本発明の実施の形態におけるユーザプログラムにおいてストップモードへ移行し待機状態となった各アドレスの命令を示す図

【図5】従来のユーザプログラムのストップモード中のICE割込処理による動作を実行したときの状態を示す図

【図6】（a）はデバッグを行うストップモードを有するユーザプログラムのメインルーチン、（b）はユーザプログラムの割込処理、（c）はICE割込処理を示すフローチャート

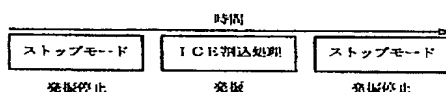
【図7】図6（a）のメインルーチンと図6（c）のICE割込処理のフローチャートにおける状態遷移図

【図8】割込み処理の発生により状態情報を待避するスタック領域を示す図

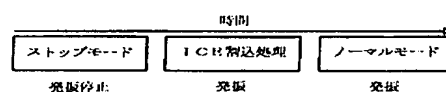
【符号の説明】

- 1 メインルーチン
- 2 割込処理
- 3 ICE割込処理
- 4, 6 通常処理
- 5, 16, 19 ストップモードに入れる命令
- 7, 8 強制ブレーク
- 9 リターン命令
- 10 ICEリターン命令
- 11 通常割込処理
- 12 フラグステータス
- 13 戻り番地
- 14 各種ステータス
- 15 ダミーの戻り番地
- 17 メインルーチンの戻り番地へ無条件分岐する命令
- 20 第1の命令
- 21 第2の命令
- 22 割込み復帰待ち

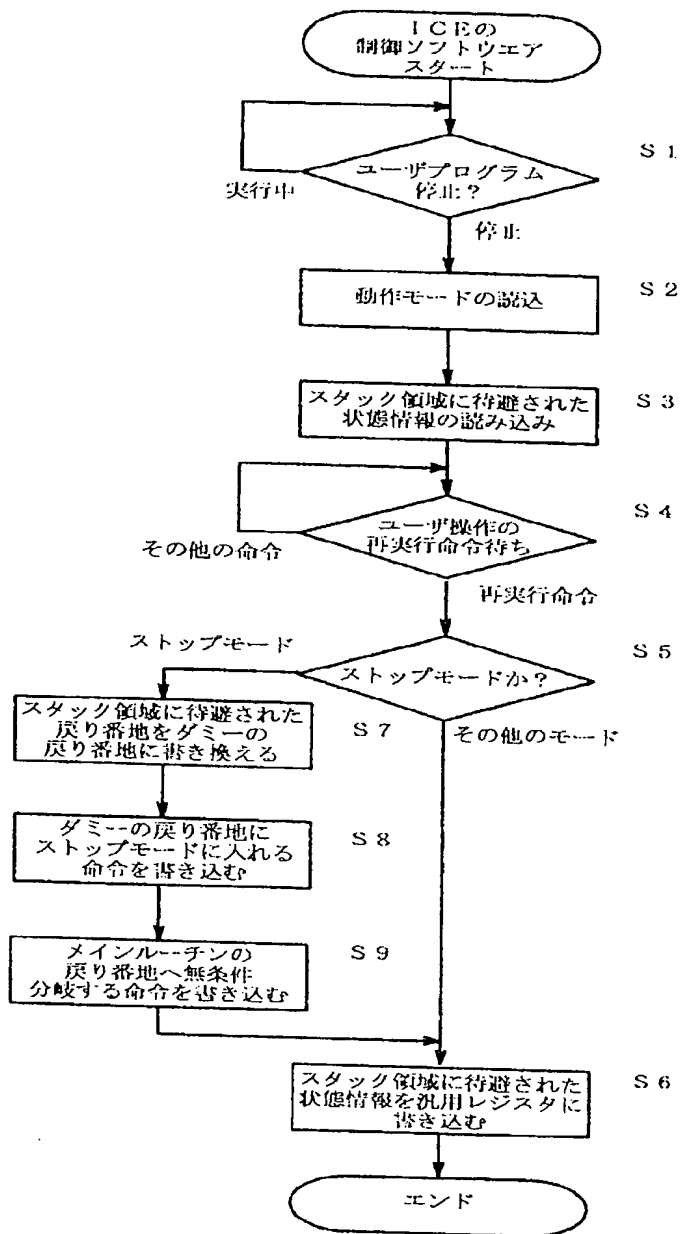
【図1】



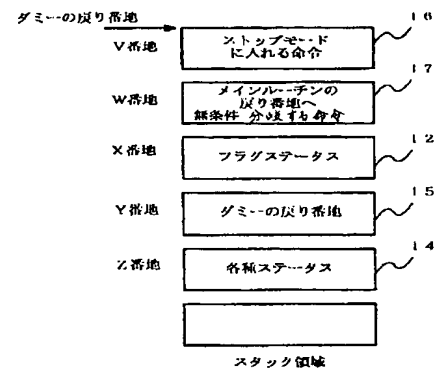
【図5】



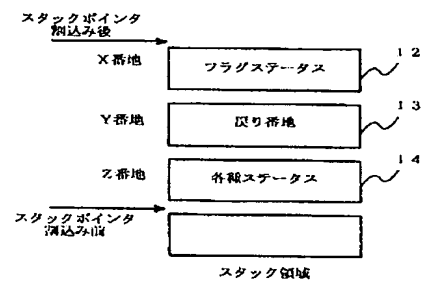
【図2】



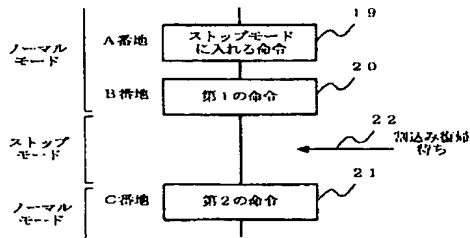
【図3】



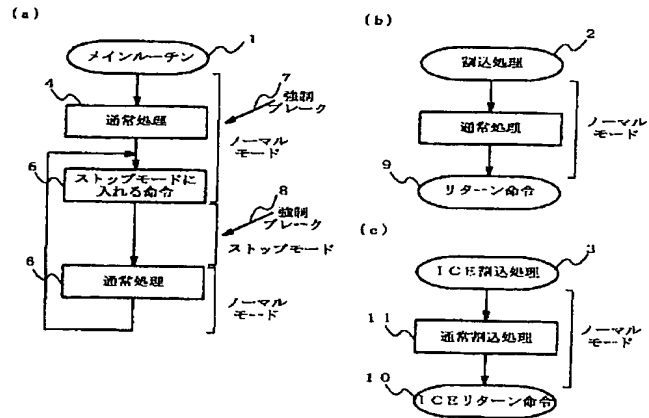
【図8】



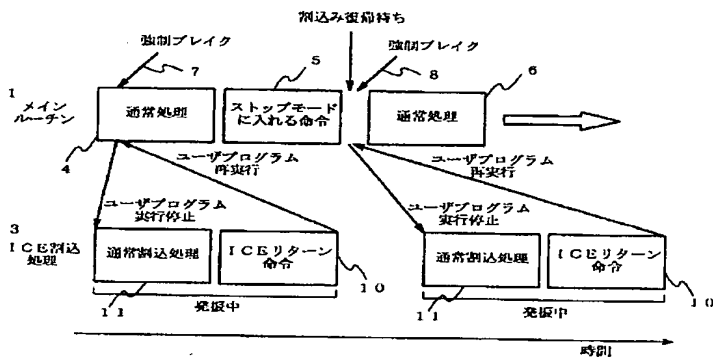
【図4】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G06F 11/22 - 11/26

G06F 11/28 - 11/34

G06F 9/46

G06F 9/30 - 9/42